

Курпа Лидия Васильевна, доктор техн. наук, профессор каф. прикладной математики,
НТУ «ХПИ», Харьков, Украина,
Тимченко Галина Николаевна, кандидат техн. наук,
НТУ «ХПИ», Харьков, Украина,
Будников Николай Анатольевич, аспирант кафедры прикладной математики,
НТУ «ХПИ», Харьков, Украина
e-mail: nicolas.budnikov@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН СЛОЖНОЙ ФОРМЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА R-ФУНКЦИЙ

Курпа Л.В., Тимченко Г.Н., Будников Н.А.

Предлагается метод исследования вынужденных геометрически нелинейных колебаний многослойных пластин, которые могут иметь сложную форму в плане и различные способы закрепления, а также различные способы укладки слоев. Математическая постановка задачи выполнена в рамках классической теории, которая базируется на гипотезах Кирхгофа-Лява, принятых для всего пакета слоев пластины в целом [1]. Разработанный метод основан на комплексном применении теории R-функций [2], вариационных методов, методах Бубнова-Галеркина и Рунге-Кутты [3]. Отличительной особенностью данного исследования является использование многомодовой аппроксимации неизвестных функций по времени. Аналогично, как и в работе [4], в основу предложенного метода положено сведение нелинейной системы дифференциальных уравнений в частных производных к системе обыкновенных дифференциальных уравнений следующего вида :

$$y_s''(t) + \omega_{Ls}^2 y_s(t) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n y_i(t) y_j(t) y_k(t) \gamma_{sijk} = \tilde{F}_s(t).$$

Выражения для коэффициентов γ_{sijk} получены в аналитическом виде и представлены в виде двойных интегралов, зависящих от функций, найденных в процессе решения линейной задачи о колебаниях пластины и последовательности уравнений типа Ламе. Эти вспомогательные задачи решены с помощью метода R-функций (RFM).

Использование метода R-функций и созданного программного обеспечения, реализующего предложенный подход, позволяет решить достаточно широкий класс задач в этой области. Это связано с возможностью учета сложной геометрии и представления решения в аналитическом виде. Тестирование программного обеспечения, разработанного на базе предложенного алгоритма, было выполнено на задачах о вынужденных нелинейных колебаниях жестко защемленных и свободно опертых прямоугольных пластин. Проведено сравнение результатов с имеющимися в литературе. Выполнен анализ динамического поведения пятислойных пластин со сложной формой плана, построены резонансные кривые для различных способов укладки слоев и значений нагрузки.

1. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек / С.А. Амбарцумян – М.: Наука, 1974. – 448с.

2. Рвачев В.Л. Теория R-функций и некоторые ее приложения. – Киев: Наукова думка, 1982. – 552 с.

3. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек / А.С. Вольмир – М.: Наука, 1972. – 432с.

4. Курпа Л.В. Нелинейные свободные колебания многослойных пологих оболочек симметричного строения со сложной формой плана / Л.В. Курпа // Мат. методи та фіз.-мех. поля. - 2008. - 51, №2. – С. 75-85.